

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADE MARK OFFICE

VERIFICATION OF TRANSLATION

I, Michael Wallace Richard Turner, Bachelor of Arts, Chartered Patent Attorney, European Patent Attorney, of 1 Horsefair Mews, Romsey, Hampshire SO51 8JG, England, do hereby declare that I am conversant with the English and German languages and that I am a competent translator thereof;

I verify that the attached English translation is a true and correct translation made by me of the attached specification in the German language of German patent application No DE 100 50 971.1;

I further declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment or both under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

Date: April 15, 2008

Michael Wallace Richard Turner  
M W R Turner



BIOTRONIK Mess- und Therapiegeräte GmbH & Co. Ingenieurbüro  
Berlin, Woermannkehl 1, D-12359 Berlin

---

## Stent

---

The present invention concerns a stent, in particular a coronary stent, for expansion from a first condition into an expanded second condition in which it holds a vessel in an expanded state, comprising a

5 tubular body whose peripheral surface is formed by a number of support portions which extend in the longitudinal direction of the stent and comprise bar elements which are connected by way of connecting bars. That arrangement has a number of support portion groups with at least a first support portion and a second support portion in adjacent relationship

10 in the peripheral direction of the stent, the bar elements thereof extending in a meander configuration in the longitudinal direction of the stent. In addition the first engagement points of first connecting bars engage the

first support portion and the second engagement points of the first connecting bars engage the second support portion.

5 A stent is what is known as an intraluminal expansion element which is used to hold a vessel, for example a blood vessel, in the human or animal body, in an expanded state. For that purpose the stent is moved in a compressed first condition by means of a suitable catheter to the location in the vessel, which is to be held in the expanded state. When the implantation location is reached the stent is radially expanded into an expanded second condition. In the case of what are known as  
10 balloon-expandible stents the stent is expanded by means of a balloon catheter to such a degree that, by virtue of plastic deformation, even after removal of the balloon, it maintains its expanded second condition and thus supports the vessel. In the stents which are referred to as self-expanding the stent is held in a compressed first condition against a  
15 return force, for example by means of a sheathing catheter. That constriction is released at the implantation location so that the stent of its own accord assumes its expanded second condition.

A known stent of the general kind set forth is for example the Crown Palmaz-Schatz<sup>TM</sup> coronary stent from Cordis, Warren, NJ, US, in  
20 which bar elements extending in a meander configuration in the longitudinal direction of the stent are connected in the region of reversal or turning points of the bar elements by way of connecting bars which extend in the peripheral direction of the stent. Admittedly, those stents are relatively flexible by virtue of their design configuration with the bar  
25 elements extending in a meander configuration in the longitudinal direction of the stent, but they suffer from the disadvantage that they shorten in length to a relatively great degree upon being expanded from the first condition into the second condition. That is undesirable as in that case on the one hand they experience a change in position in the blood  
30 vessel and on the other hand, upon the reduction in length, under some circumstances considerable loadings can be applied to the blood vessel.

Therefore the object of the present invention is to provide a stent of the general kind set forth, which does not suffer from the above-indicated disadvantages or at least suffers therefrom to a lesser degree, and which in particular has a reduced reduction in length upon expansion.

5       Based on a stent as set forth in the classifying portion of claim 1, that object is attained by the features recited in the characterizing portion of claim 1.

10       The present invention is based on the technical teaching that a stent of the general kind set forth, with an at least reduced decrease in length upon expansion, is obtained if the first and second engagement points of the first connecting bars are spaced relative to each other in a first longitudinal direction of the stent and the first connecting bars are of such a configuration and arrangement that the spacing between the first and second engagement points of the first connecting bars in the first  
15       longitudinal direction changes upon expansion of the stent to compensate for the reduction in length of the support portions. In other words, that means that the first connecting bars are of such a configuration and arrangement that the inclination of the connecting line between the first and second engagement points of the first connecting bar changes with  
20       respect to the peripheral direction of the stent upon expansion of the stent.

25       Due to the change in spacing in accordance with the invention between the first engagement points of the connecting bars on the first support portion and the second engagement points of the connecting bars on the second support portion, the first support portion is displaced with respect to the second support portion in adjoining relationship in the peripheral direction, in the longitudinal direction of the stent. In that respect, in accordance with the invention, the displacements of the support portions in the support portion groups are so selected that a more  
30       or less substantial compensation effect for the reduction in length of the support portions upon expansion of the stent occurs over the stent periphery. In that respect the degree of such compensation is in

accordance with the relationship of those displacements in the longitudinal direction in relation to the reduction in length of the bar elements. It will be appreciated that, by virtue of expansion of the stent, a more or less substantial change in spacing of the engagement points of the bar elements occurs in the peripheral direction of the stent.

The support portions are preferably displaced relative to each alternately in the peripheral direction of the stent in the manner described. It will also be appreciated however that a plurality of support portions which occur in succession in the peripheral direction form blocks without such compensation. Those support portion blocks are then connected together in the manner in accordance with the invention. Accordingly they are displaced relative to each in block-wise manner in order once again to afford more or less substantial compensation generally over the stent. It will further be appreciated that a plurality of support portions or support portion blocks which occur in succession in the peripheral direction can be displaced in the same direction. It is then only necessary for further support portions or support portion blocks to be provided in the peripheral direction, as are displaced relative to each in the opposite direction. In order to avoid twisting or distortion those further support portions or support portion blocks would then be displaced relative to each by the same amount in the opposite direction.

As mentioned, the support portions are preferably displaced relative to each alternately in the peripheral direction of the stent in the described manner. For that purpose preferably at least the bar elements of a first support portion and of the two second support portions which are arranged in the peripheral direction at both sides of the first support portion extend in a meander configuration in the longitudinal direction of the stent and the first engagement points of the first connecting bars engage the first support portion and the second engagement points of the first connecting bars engage one of the second support portions. The first and second engagement points of the first connecting bars are spaced from each other in a first longitudinal direction of the stent and the first

connecting bars in that case are of such a configuration and arrangement that the spacing between the first and second engagement points of the first connecting bars changes in the same manner in the first longitudinal direction upon expansion of the stent.

5           Due to the change in spacing in accordance with the invention in the same direction as between the first engagement points of the connecting bars on the first support portion and the second engagement points of the connecting bars on the second support portions disposed on both sides of the first support portion, the first support portion is displaced  
10 in the longitudinal direction of the stent with respect to the second support portions in adjoining relationship at both sides in the peripheral direction, whereby in dependence on the respective relationship of said displacement in the longitudinal direction, in relation to the reduction in length of the bar element, the situation involves a more or less substantial  
15 degree of compensation of the reduction in length for the entire stent. It will be appreciated that in that case, by virtue of the expansion of the stent, there is a more or less substantial change in spacing of the engagement points of the bar elements in the peripheral direction of the stent.

20           The change in spacing between the first engagement points of the connecting bars and the associated second engagement points of the connecting bars should take place in the same manner, that is to say the nature of the change in spacing is the same at both sides of the first support portion. It will be noted that in this respect the magnitudes of the  
25 change in spacing at both sides do not necessarily have to be the same. In this case the displacements in the longitudinal direction as between the individual bar elements over the entire periphery are preferably so selected that an equalization effect occurs over the entire stent periphery in order to avoid distortion or twisting of the stent over its length.  
30 Preferably however the changes in spacing at both sides are identical not only in terms of their variation in respect of time but also in terms of their

magnitude. That provides for uniform compensation for the reduction in length, without entailing distortion or twisting of the stent.

The direction in which the change in spacing between the engagement points of the connecting bars takes place or whether possibly also there is a change in direction upon the change in spacing, is immaterial. Thus, the spacing between the first and second engagement points of the first connecting bars in the first longitudinal direction upon expansion of the stent can overall decrease or increase. It is only necessary for a suitably large change in spacing, in quantitative terms, to apply at the end of the expansion effect.

In preferred embodiments of the stent according to the invention the first engagement points and additionally or alternatively the second engagement points of the first connecting bars are arranged in the region of a reversal or turning point, in particular at the reversal or turning point, of the bar element in question, thereby affording the stent a particularly simple design configuration.

The first connecting bars may be of any desired configuration. Preferably however they are substantially straight as that gives a stent which is particularly simple to produce and which in addition has a deformation behavior which can be easily understood and which can be particularly well reproduced.

Variants of the stent according to the invention which are preferred because they are simple to manufacture are distinguished in that the connecting line between the first and second engagement points of the first connecting bars extends substantially in the longitudinal direction of the stent.

The bar elements extending in a meander configuration in the longitudinal direction are preferably of a periodic configuration. This configuration may have any curvature distributions. Thus for example a sinusoidal configuration is a possibility. Advantageous embodiments of the stent according to the invention are distinguished in that at least one support portion is formed by a bar element extending in a meander

configuration in the longitudinal direction of the stent, wherein each two bar element portions which are in adjacent relationship in the longitudinal direction of the stent and which extend between the turning points form the limbs of a V-shape. That design configuration affords a particularly high degree of flexibility for the stent in relation to its longitudinal direction.

In this case the bar element portions which are arranged in a V-shape preferably include an angle of between 80° and 100°. In accordance with a further preferred feature that angle is about 90°. That provides a uniform structure for the stent with good deformation properties both in the longitudinal and in the peripheral directions.

Advantageous developments of the stent according to the invention provide that the bar elements of the first and second support portions are of substantially the same periodic configuration and the length of the first connecting bars is so selected that the adjacent bar elements in the first condition of the stent are displaced by up to a quarter period relative to each other in the longitudinal direction of the stent. In the expanded condition, that affords particularly uniform and good distribution of the support locations for the vessel.

The support locations for the vessel are distributed in a particularly advantageous manner because it is uniform in particular when the bar elements of the first and second support portions involve substantially the same periodic configuration and the length of the first connecting bars is so selected that the adjacent bar elements, in the second condition of the stent, extend substantially in phase relative to each other, with respect to the longitudinal direction of the stent.

In preferred variants of the stent according to the invention the bar elements are adapted to increase the flexibility of the stent. That can be effected in many known ways. In particular, that can preferably be achieved insofar as at least one support portion is formed by a bar element, the direction of curvature of which changes in the central region



between two turning points, as that increases the level of flexibility of the individual portions of the bar element.

The present invention further concerns an arrangement comprising a catheter for stent implantation having a stent as set forth in one of the preceding claims. In this respect, depending on the nature of the stent, this may involve a balloon catheter on which the stent is mounted, for example crimped. Equally the catheter may involve a sheathing catheter in which a stent in the form of a self-expanding stent is held in its first condition.

Further preferred configurations of the present invention are set forth in the appendant claims and the description hereinafter of preferred variants of the stent according to the invention, with reference to the accompanying drawing in which:

Figure 1 is a plan view of the development of the peripheral surface of a preferred embodiment of the stent according to the invention, and

Figure 2 is a plan view of the development of the peripheral surface of a further preferred embodiment of the stent according to the invention.

Figure 1 is a plan view of the development of the peripheral surface of a preferred embodiment of the stent according to the invention, with support portions 2 formed by bar elements 3 extending in a meander configuration in the longitudinal direction of the stent. Those bar elements 3 are connected together in the peripheral direction of the stent by way of first connecting bars 4.

The stent has support portion groups 1.1 with a first support portion 2.1 and a second support portion 2.2 which is in adjacent relationship therewith in the peripheral direction, wherein the first engagement points 4.1 engage the first bar elements 3.1 of the first support portions 2.1 and the second engagement points 4.2 of the connecting bars 4 engage the second bar elements 3.2 of the second support portions 2.2. The connecting bars 4 each engage a respective reversal or turning point 5 of the bar element 3.

The connecting bars 4 extend rectilinearly in the longitudinal direction of the stent so that the first and second engagement points 4.1 and 4.2 of the connecting bars 4 are spaced relative to each in the longitudinal direction of the stent. Upon expansion of the stent into its enlarged second condition the orientation of the connecting bars 4 changes with respect to the peripheral direction of the stent. The inclination of the connecting bars 4 with respect to the peripheral direction of the stent decreases. That is also accompanied by a reduction in the spacing of the first engagement points 4.1 and the second engagement points 4.2, with respect to the longitudinal direction of the stent, so that the second bar element 3.2, that is to say of the second support portions 2.2, is displaced with respect to the first bar elements 3.1, that is to say with respect to the first support portion 2.1, in the first longitudinal direction 6.1.

That displacement between the first and second support portions 2.1 and 2.2 is so great that it compensates for the reduction in length of the bar elements 3.1 and 3.2 upon expansion of the stent, to the effect that the spacing in the longitudinal direction of the stent between the end region of the first bar element 3.1 in the first longitudinal direction 6.1 and the end region of the second bar element 3.2 in the opposite second longitudinal direction 6.2 in the expanded second condition corresponds to the spacing of those regions in the non-expanded first condition.

In order to prevent twisting or distortion of the stent upon expansion, adjoining the other side of the first bar element 3.1 is a further second bar element 3.3. This is connected by way of connecting bars 4 to the first bar element 3.1, wherein the first engagement points 4.3 engage the first bar element 3.1 and the second engagement points 4.4 engage the second bar element 3.3. In that case, the connecting bars 4 are arranged in such a way that the first engagement points 4.1 and 4.3 are respectively spaced in the first direction 6.1 in relation to the associated second engagement points 4.2 and 4.4. The connecting bars 4 are of the same length so that this provides that the second bar elements 3.2 and

3.3 are not displaced relative to each other upon expansion of the stent in the longitudinal direction of the stent as the spacing between the first engagement points 4.1, 4.3 and the second engagement points 4.2 and 4.4 respectively of the connecting bars changes in the same manner.

5           In the illustrated example the bar elements 3 and the connecting bars 4 are arranged in such a way that a first and a second bar element respectively alternate in the peripheral direction. That provides for distortion-free compensation in respect of the reduction in length. It will be appreciated however that different configurations can also be provided  
10 in other variants of the stent according to the invention. Thus for example instead of a first support portion comprising a single bar element it is possible for the stent to have support portions comprising a plurality of bar elements which adjoin each other in the peripheral direction and which are not designed or connected in the described manner. Then  
15 however the first support portions can again be connected in the described manner by way of suitable connecting bars to second support portions which adjoin at both sides and which are possibly of a corresponding design configuration so that overall once again this arrangement affords suitable distortion-free compensation for the  
20 reduction in length.

          The bar elements 3 extend periodically in the longitudinal direction of the stent, wherein each two bar element portions 3.4 and 3.5 which are adjacent in the longitudinal direction of the stent and which extend between the turning points 5 form the limbs of a V-shape. In this  
25 arrangement the bar element portions 3.4 and 3.5 include an angle of 90°. The selected configuration means that the stent is particularly simple to manufacture. In addition this configuration affords particularly good flexibility for the stent with respect to its longitudinal axis.

          The length of the connecting bars 4 is so selected that the adjacent  
30 bar elements 3.1, 3.2 and 3.3, in the expanded condition of the stent, extend in phase relationship with each other, with respect to the longitudinal direction of the stent. For that purpose, the length of the

connecting bars 4 is so selected that the first and second bar elements 3.1 and 3.2 or 3.3 respectively in the illustrated first condition of the stent are arranged displaced relative to each other in the longitudinal direction by approximately a tenth of their period.

5        The bar elements 3 are also adapted to increase the flexibility of the stent, insofar as their direction of curvature in the central region between two turning points 5 changes. This slightly S-shaped configuration affords a lower level of stiffness of the bar elements in relation to forces acting in the longitudinal direction of the stent and thus  
10 gives the stent enhanced flexibility.

Figure 2 is a diagrammatic plan view of the development of the peripheral surface 1' of a preferred embodiment of the stent according to the invention with support portions 2' which are formed by bar elements 3' extending in a meander configuration in the longitudinal direction of the  
15 stent. The bar elements 3' are connected together in the peripheral direction of the stent by way of first connecting bars 4'.

This variant does not differ in terms of its fundamental structure and its fundamental mode of operation from that shown in Figure 1 so that only the differences will be discussed here. The difference is that the  
20 connecting bars 4' are arranged in such a way that, upon expansion of the stent, adjacent bar elements 3' are respectively displaced in pairs in the same first longitudinal direction 6.1' while the next two bar elements 3' which adjoin in the peripheral direction are both respectively displaced in the opposite second direction 6.2. In that arrangement there are so many  
25 pairs of bar elements 3' that the stent involves twist-free length compensation overall over the periphery of the stent.

It will be appreciated that other variants may also have a different number of mutually adjoining bar elements which are respectively displaced in the same longitudinal direction.

## CLAIMS

1. A stent, in particular a coronary stent, for expansion from a first condition into an expanded second condition in which it holds a vessel in an expanded state, comprising a tubular body whose peripheral surface (1; 1') is formed by a number of support portions (2; 2') which extend in the longitudinal direction of the stent and which comprise bar elements (3, 3.1, 3.2, 3.3; 3') which are connected by way of connecting bars (4, 4'), wherein there is provided a number of support portion groups (1.1) with at least a first support portion (2.1) and a second support portion (2.2, 2.3) in adjacent relationship in the peripheral direction of the stent, whose bar elements (3, 3.1, 3.2, 3.3; 3') extend in a meander configuration in the longitudinal direction of the stent, and wherein the first engagement points (4.1, 4.3) of first connecting bars (4) engage the first support portion (2.1) and the second engagement points (4.2, 4.4) of the first connecting bars (4; 4') engage the second support portion (2.2, 2.3), characterized in that the first and second engagement points (4.1, 4.3, 4.2, 4.4) of the first connecting bars (4; 4') are spaced from each other in the longitudinal direction of the stent and the first connecting bars (4; 4') are of such a configuration and arrangement that the spacing between the first and second engagement points (4.1, 4.3, 4.2, 4.4) of the first connecting bars (4; 4') in the longitudinal direction of the stent changes upon expansion of the stent to compensate for the reduction in length of the support portions (2, 2.1, 2.2, 2.3; 2').

2. A stent as set forth in claim 1 characterized in that at least the bar elements (3.1) of a first support portion (2.1) and of the two second support portions (2.2, 2.3) arranged in the peripheral direction at both sides of the first support portion (2.1) extend in a meander configuration in the longitudinal direction of the stent and the first engagement points (4.1, 4.3) of first connecting bars (4) engage the first support portion (2.1) and the second engagement points (4.2, 4.4) of the

first connecting bars (4) engage one of the second support portions (2.2, 2.3), wherein the first and second engagement points (4.1, 4.3, 4.2, 4.4) of the first connecting bars (4) are spaced relative to each in a first longitudinal direction (6.1) of the stent and the first connecting bars (4) are of such a configuration and arrangement that the spacing between the first and second engagement points (4.1, 4.3, 4.2, 4.4) of the first connecting bars (4) in the longitudinal direction of the stent changes upon expansion of the stent in the same manner.

3. A stent as set forth in claim 1 or claim 2 characterized in that the first engagement points (4.1, 4.3) and/or the second engagement points (4.2, 4.4) of the first connecting bars (4) are arranged in the region of a turning point (5), in particular at the turning point (5), of the bar element (3, 3.1, 3.2, 3.3; 3') in question.

4. A stent as set forth in one of the preceding claims characterized in that the first connecting bars (4; 4') are of a substantially straight configuration.

5. A stent as set forth in one of the preceding claims characterized in that the connecting line between the first and second engagement points (4.1, 4.3, 4.2, 4.4) of the first connecting bars (4) extends substantially in the longitudinal direction of the stent.

6. A stent as set forth in one of the preceding claims characterized in that at least one support portion (2, 2.1, 2.2, 2.3; 2') is formed by a bar element (3, 3.1, 3.2, 3.3; 3') extending in a meander configuration in the longitudinal direction of the stent, wherein each two bar element portions (3.4, 3.5) which are adjacent in the longitudinal direction of the stent and which extend between the turning points (5) form the limbs of a V-shape.

7. A stent as set forth in claim 6 characterized in that the bar element portions (3.4, 3.5) include an angle of between  $80^{\circ}$  and  $100^{\circ}$ , preferably  $90^{\circ}$ .

8. A stent as set forth in one of the preceding claims characterized in that the bar elements (3.1, 3.2, 3.3; 3') of the first and second support portions (2.1, 2.2, 2.3) are of substantially the same periodic configuration and the length of the first connecting bars (4) is so selected that the adjacent bar elements (3.1, 3.2, 3.3) in the first condition of the stent are displaced relative to each by up to a quarter period in the longitudinal direction of the stent.

9. A stent as set forth in one of the preceding claims characterized in that the bar elements (3.1, 3.2, 3.3) of the first and second support portions (2.1, 2.2, 2.3) are of substantially the same period configuration and the length of the first connecting bars (4) is so selected that in the second condition of the stent the adjacent bar elements (3.1, 3.2, 3.3) extend substantially in phase with each other with respect to the longitudinal direction of the stent.

10. A stent as set forth in one of the preceding claims characterized in that bar elements (3, 3.1, 3.2, 3.3; 3') are designed to increase the flexibility of the stent.

11. A stent as set forth in one of the preceding claims characterized in that at least one support portion (2, 2.1, 2.2, 2.3; 2') is formed by a bar element (3, 3.1, 3.2, 3.3; 3'), the direction of curvature of which changes in the central region between two turning points (5).

12. A catheter for stent implantation having a stent as set forth in one of the preceding claims.

### Abstract

A stent, in particular a coronary stent, for expansion from a first condition into an expanded second condition in which it holds a vessel in an expanded state, comprising a tubular body whose peripheral surface (1) is formed by a number of support portions (2) which extend in the longitudinal direction of the stent and which comprise bar elements (3) which are connected by way of connecting bars (4), wherein there is provided a number of support portion groups (1.1) with at least a first support portion (2.1) and a second support portion (2.2, 2.3) in adjacent relationship in the peripheral direction of the stent, whose bar elements (3.1, 3.2, 3.3) extend in a meander configuration in the longitudinal direction of the stent, and wherein the first engagement points (4.1, 4.2) of first connecting bars (4) engage the first support portion (2.1) and the second engagement points (4.2, 4.4) of the first connecting bars (4) engage the second support portion (2.2, 2.3), wherein the first and second engagement points (4.1, 4.3, 4.2, 4.4) of the first connecting bars (4) are spaced from each other in the longitudinal direction of the stent and the first connecting bars (4) are of such a configuration and arrangement that the spacing between the first and second engagement points (4.1, 4.3, 4.2, 4.4) of the first connecting bars (4) in the longitudinal direction of the stent changes upon expansion of the stent to compensate for the reduction in length of the support portions.



1/2

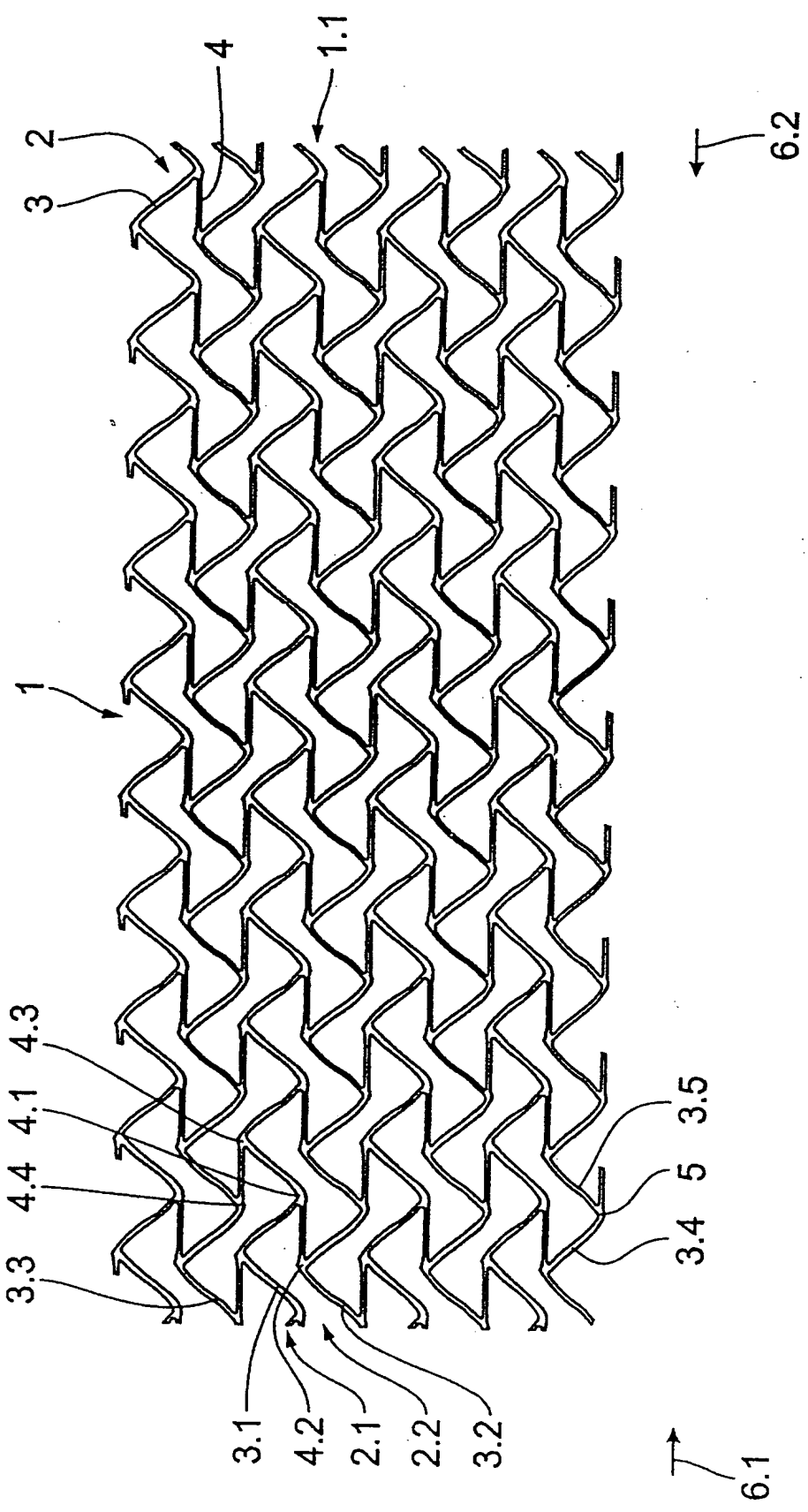


Fig. 1

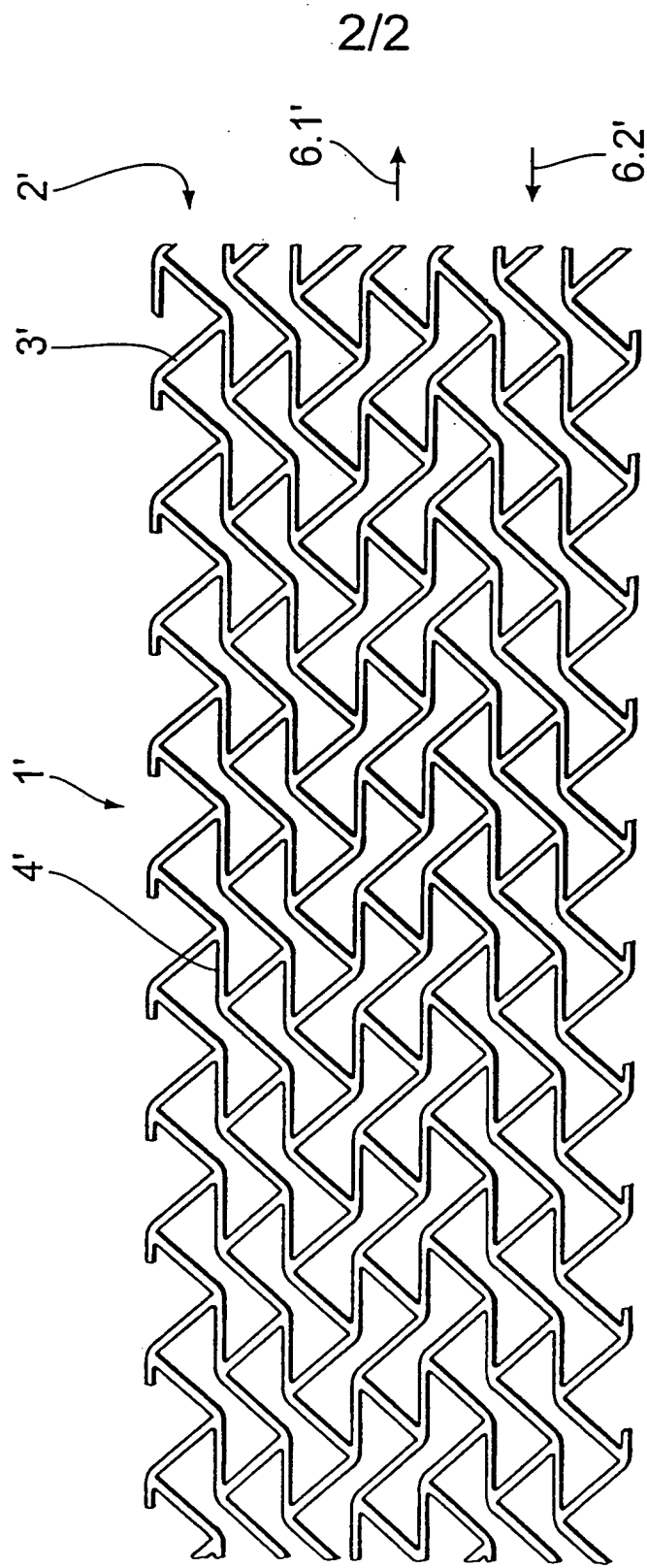
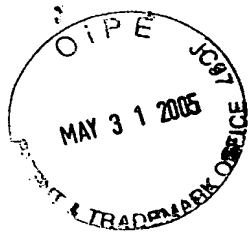


Fig. 2



BIOTRONIK Meß- und Therapiegeräte GmbH & Co. Ingenieurbüro Berlin  
Woermannkehl 1, D-12359 Berlin

---

Stent

---

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Stent, insbesondere einen Koronarstent, zum Expandieren von einem ersten Zustand in einen aufgeweiteten zweiten Zustand, in dem er ein Gefäß aufgeweitet hält, mit einem rohrförmigen Körper, dessen Mantel von einer Anzahl in Längsrichtung des Stents verlaufender Stützabschnitte aus Stegelementen gebildet ist, die über Verbindungsstege verbunden sind. Dabei ist eine Anzahl von Stützabschnittgruppen mit wenigstens einem ersten Stützabschnitt und einem in Umfangsrichtung des Stents benachbarten zweiten Stützabschnitt vorgesehen, deren Stegelemente mäanderförmig in Längsrichtung des Stents verlaufen. Weiterhin greifen die ersten Angriffspunkte erster Verbindungsstege an dem ersten Stützabschnitt und die zweiten Angriffspunkte der ersten Verbindungsstege an dem zweiten Stützabschnitt an.

Bei einem Stent handelt es sich um ein so genanntes intraluminales Expansions-element, welches dazu eingesetzt wird, ein Gefäß, beispielsweise ein Blutgefäß,

des menschlichen oder tierischen Körpers in einem aufgeweiteten Zustand zu halten. Hierzu wird der Stent in einem komprimierten ersten Zustand mittels eines entsprechenden Katheters an die aufgeweitet zu haltende Stelle im Gefäß herangeführt. Ist die Implantationsstelle erreicht, wird der Stent radial in einen aufgeweiteten zweiten Zustand expandiert. Bei so genannten ballonexpandierbaren Stents wird der Stent dabei mittels eines Ballonkatheters so stark aufgeweitet, dass er auf Grund plastischer Verformung auch nach Entfernen des Ballons seinen aufgeweiteten zweiten Zustand beibehält und somit das Gefäß abstützt. Bei den so genannten selbstexpandierenden Stents wird der Stent, beispielsweise durch einen Hüllkatheter, gegen eine Rückstellkraft in einem komprimierten ersten Zustand gehalten. Dieser Zwang wird an der Implantationsstelle gelöst, so dass der Stent von selbst seinen aufgeweiteten zweiten Zustand annimmt.

Als gattungsgemäßer Stent ist beispielsweise der Crown Palmaz-Schatz<sup>TM</sup> Koronarstent der Fa. Cordis, Warren, NJ, US, bekannt, bei dem in Längsrichtung des Stents mäanderförmig verlaufende Stegelemente im Bereich von Wendepunkten der Stegelemente über in Umfangsrichtung des Stents verlaufende Verbindungsstege verbunden sind. Diese Stents sind zwar auf Grund ihrer Gestaltung mit den in Längsrichtung des Stents verlaufenden mäanderförmig in Stegelementen relativ flexibel, sie weisen jedoch den Nachteil auf, dass sie sich relativ stark bei Expansion vom ersten in den zweiten Zustand verkürzen. Dies ist unerwünscht, da sich hierbei zum einen ihre Lage im Blutgefäß ändert und zum anderen bei der Verkürzung unter Umständen erhebliche Belastungen auf das Blutgefäß ausgeübt werden können.

Der vorliegende Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, einen gattungsgemäßen Stent zur Verfügung zu stellen, der die oben genannten Nachteile nicht oder zumindest in geringerem Maß aufweist und insbesondere zumindest eine reduzierte Verkürzung bei der Expansion aufweist.

Diese Aufgabe wird ausgehend von einem Stent gemäß dem Oberbegriff des

Anspruchs 1 durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Der vorliegenden Erfindung liegt die technische Lehre zu Grunde, dass man einen gattungsgemäßen Stent mit zumindest reduzierter Verkürzung bei der Expansion erhält, wenn die ersten und zweiten Angriffspunkte der ersten Verbindungsstege in einer ersten Längsrichtung des Stents zueinander beabstandet sind und die ersten Verbindungsstege derart ausgebildet und angeordnet sind, dass sich der Abstand zwischen dem ersten und zweiten Angriffspunkt der ersten Verbindungsstege in der ersten Längsrichtung beim Expandieren des Stents zur Kompensation der Verkürzung der Stützabschnitte ändert. Mit anderen Worten bedeutet dies, dass die ersten Verbindungsstege derart ausgebildet und angeordnet sind, dass sich die Neigung der Verbindungslinie zwischen dem ersten und zweiten Angriffspunkt des ersten Verbindungssteiges bezüglich der Umfangsrichtung des Stents beim Expandieren des Stents ändert.

Durch die erfindungsgemäße Abstandsänderung zwischen den ersten Angriffspunkten der Verbindungsstege an dem ersten Stützabschnitt und den zweiten Angriffspunkten der Verbindungsstege am zweiten Stützabschnitt wird der erste Stützabschnitt bezüglich in Umfangsrichtung angrenzenden zweiten Stützabschnitts in Längsrichtung des Stents verschoben. Die Verschiebungen der Stützabschnitte in den Stützabschnittgruppen sind dabei erfindungsgemäß so gewählt, dass sich über den Stentumfang eine mehr oder weniger starke Kompensation der Verkürzung der Stützabschnitte bei der Expansion des Stents ergibt. Der Grad der Kompensation ergibt sich dabei je nach dem Verhältnis dieser Verschiebungen in Längsrichtung zur Verkürzung der Stegelemente. Es versteht sich, dass hierbei auf Grund der Expansion des Stents eine mehr oder weniger starke Abstandsänderung der Angriffspunkte der Stegelemente in Umfangsrichtung des Stents erfolgt.

Die Stützabschnitte werden bevorzugt in Umfangsrichtung des Stents abwechselnd in der beschriebenen Weise zueinander verschoben. Es versteht sich jedoch auch,

dass mehrere in Umfangsrichtung aufeinanderfolgende Stützabschnitte Blöcke ohne eine solche Kompensation bilden. Diese Stützabschnittblöcke sind dann in der erfindungsgemäßen Weise miteinander verbunden. Sie werden demgemäß blockweise zueinander verschoben, um wiederum insgesamt über den Stent eine mehr oder weniger starke Kompensation zu erzielen. Es versteht sich weiterhin, dass mehrere in Umfangsrichtung aufeinander folgende Stützabschnitte oder Stützabschnittblöcke in derselben Richtung verschoben werden können. Das ist dann lediglich erforderlich, dass in Umfangsrichtung weitere Stützabschnitte oder Stützabschnittblöcke vorgesehen sind, wie zueinander in der entgegengesetzten Richtung verschoben werden. Um eine Verdrillung bzw. Verzerrung zu vermeiden, wäre diese weiteren Stützabschnitte bzw. Stützabschnittblöcke dann um denselben Betrag in der entgegengesetzten Richtung zueinander verschoben.

Die Stützabschnitte werden wie erwähnt bevorzugt in Umfangsrichtung des Stents abwechselnd in der beschriebenen Weise zueinander verschoben. Hierzu verlaufen vorzugsweise wenigstens die Stegelemente eines ersten Stützabschnitts sowie der beiden in Umfangsrichtung zu beiden Seiten des ersten Stützabschnitts angeordneten zweiten Stützabschnitte mäanderförmig in Längsrichtung des Stents verlaufen und die ersten Angriffspunkte der ersten Verbindungsstege greifen an dem ersten Stützabschnitt und die zweiten Angriffspunkte der ersten Verbindungsstege an einem der zweiten Stützabschnitte an. Die ersten und zweiten Angriffspunkte der ersten Verbindungsstege sind in einer ersten Längsrichtung des Stents zueinander beabstandet sind und die ersten Verbindungsstege sind dabei derart ausgebildet und angeordnet, dass sich der Abstand zwischen dem ersten und zweiten Angriffspunkt der ersten Verbindungsstege in der ersten Längsrichtung beim Expandieren des Stents in der gleichen Weise ändert.

Durch die erfindungsgemäße gleichgerichtete Abstandsänderung zwischen den ersten Angriffspunkten der Verbindungsstege an dem ersten Stützabschnitt und den zweiten Angriffspunkten der Verbindungsstege an den beidseitig des ersten Stützabschnitts liegenden zweiten Stützabschnitten wird der erste Stützabschnitt

bezüglich der zu beiden Seiten in Umfangsrichtung angrenzenden zweiten Stützabschnitten in Längsrichtung des Stents verschoben, wodurch sich je nach dem Verhältnis dieser Verschiebung in Längsrichtung zur Verkürzung des Stegelements eine werde weniger starke Kompensation der Verkürzung für den gesamten Stent ergibt. Es versteht sich, dass hierbei auf Grund der Expansion des Stents eine mehr oder weniger starke Abstandsänderung der Angriffspunkte der Stegelemente in Umfangsrichtung des Stents erfolgt.

Die Abstandänderung zwischen den ersten Angriffspunkten der Verbindungsstege und den zugehörigen zweiten Angriffspunkten der Verbindungsstege soll in der gleichen Weise erfolgen, d. h. der Verlauf der Abstandänderung ist zu beiden Seiten des ersten Stützabschnitts gleich. Hierbei müssen allerdings die Beträge der Abstandänderung zu beiden Seiten nicht notwendigerweise dieselben sein. In diesem Fall sind die Verschiebungen in Längsrichtung zwischen den einzelnen Stegelementen über den gesamten Umfang vorzugsweise so gewählt, dass sich über den gesamten Stentumfang ein Ausgleich ergibt, um eine Verzerrung bzw. Verdrillung des Stents über seine Länge zu vermeiden. Vorzugsweise sind die Abstandänderungen jedoch zu beiden Seiten nicht nur hinsichtlich ihres zeitlichen Verlaufes, sondern auch hinsichtlich ihres Betrages identisch. Hierdurch wird eine gleichmäßige Verkürzungskompensation erreicht, ohne dass es dabei zu Verzerrungen bzw. Verdrillungen des Stents kommt.

In welcher Richtung die Abstandsänderung zwischen den Angriffspunkten der Verbindungsstege erfolgt oder ob gegebenenfalls auch eine Richtungsänderung bei der Abstandsänderung erfolgt, ist unerheblich. So kann sich der Abstand zwischen dem ersten und zweiten Angriffspunkt der ersten Verbindungsstege in der ersten Längsrichtung beim Expandieren des Stents insgesamt verringern oder vergrößern. Es ist lediglich erforderlich, dass am Ende der Expansion ein entsprechend große betragsmäßige Abstandsänderung vorliegt.

Bei bevorzugten Varianten des erfindungsgemäßen Stents sind die ersten Angriffs-

punkte und zusätzlich oder alternativ die zweiten Angriffspunkte der ersten Verbindungsstege im Bereich eines Wendepunkts, insbesondere am Wendepunkt, des betreffenden Stegelementes angeordnet, wodurch sich eine besonders einfache Gestaltung des Stents ergibt.

Die ersten Verbindungsstege können einen beliebigen Verlauf aufweisen. Vorzugsweise sind jedoch im wesentlichen geradlinig ausgebildet, da sich hiermit ein besonders einfach zu fertigender Stent ergibt, der zudem ein einfach nachvollziehbares und besonders gut reproduzierbares Verformungsverhalten aufweist.

Bevorzugte, weil einfach herzustellende Varianten des erfindungsgemäßen Stents zeichnen sich dadurch aus, dass die Verbindungslinie zwischen dem ersten und zweiten Angriffspunkt der ersten Verbindungsstege im wesentlichen in Längsrichtung des Stents verläuft.

Die mäanderförmig in Längsrichtung verlaufenden Stegelemente haben vorzugsweise einen periodischen Verlauf. Dieser Verlauf kann beliebige Krümmungsverteilungen haben. So ist beispielsweise ein sinusförmiger Verlauf möglich. Vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Stents zeichnen sich dadurch aus, dass wenigstens ein Stützabschnitt von einem in Längsrichtung des Stents mäanderförmig verlaufenden Stegelement gebildet ist, wobei je zwei in Längsrichtung des Stents benachbarte, zwischen den Wendepunkten verlaufende Stegelementabschnitte die Schenkel eines V bilden. Diese Gestaltung bringt eine besonders gute Flexibilität des Stents bezüglich seiner Längsrichtung mit sich.

Hierbei schließen die V-förmig angeordneten Stegelementabschnitte vorzugsweise einen Winkel zwischen  $80^\circ$  und  $100^\circ$  ein. Weiter vorzugsweise liegt dieser Winkel bei etwa  $90^\circ$ . Dies bewirkt eine gleichmäßige Struktur des Stents mit guten Verformungseigenschaften sowohl in Längs- als auch in Umfangsrichtung.

Bei günstigen Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Stents ist vorgesehen, dass



die Stegelemente der ersten und zweiten Stützabschnitte im wesentlichen den selben periodischen Verlauf aufweisen und die Länge der ersten Verbindungsstege derart gewählt ist, dass die benachbarten Stegelemente im ersten Zustand des Stents um bis zu einer Viertelperiode zueinander in Längsrichtung des Stents versetzt sind. Hierdurch ergibt sich im expandierten Zustand eine besonders gleichmäßige und gute Verteilung der Stützstellen für das Gefäß.

Eine besonders vorteilhafte, weil gleichmäßige Verteilung der Schnittstellen für das Gefäß ergibt sich insbesondere dann, wenn die Stegelemente der ersten und zweiten Stützabschnitte im wesentlichen den selben periodischen Verlauf aufweisen und die Länge der ersten Verbindungsstege derart gewählt ist, dass die benachbarten Stegelemente im zweiten Zustand des Stents bezüglich der Längsrichtung des Stents zueinander im wesentlichen in Phase verlaufen.

Bei bevorzugten Varianten des erfindungsgemäßen Stents sind die Stegelemente zur Erhöhung der Flexibilität des Stents ausgebildet. Dies kann in vielfacher bekannter Weise erfolgen. Insbesondere kann dies vorzugsweise dadurch erzielt werden, dass wenigstens ein Stützabschnitt von einem Stegelement gebildet ist, dessen Krümmungsrichtung sich im Mittenbereich zwischen zwei Wendepunkten ändert, da hierdurch die Flexibilität der einzelnen Abschnitte des Stegelements erhöht wird.

Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin eine Anordnung aus einem Katheter zur Stentimplantation mit einem Stent nach einem der vorhergehenden Ansprüche. Hierbei kann es sich je nach Art des Stents um einen Ballonkatheter handeln, auf den der Stent aufgebracht, beispielsweise gecrimpt ist. Ebenso kann es sich um einen Hüllkatheter handeln, in dem ein als selbstexpandierender Stent ausgebildeter Stent in seinem ersten Zustand gehalten wird.

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachstehenden Beschreibung bevorzugter Varianten

des erfindungsgemäßen Stents unter Bezugnahme auf die beigelegten Zeichnungen. Es zeigen:

Figur 1 eine Draufsicht auf die Abwicklung des Mantels eine bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Stents;

Figur 2 eine Draufsicht auf die Abwicklung des Mantels einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Stents.

Figur 1 zeigt eine Draufsicht auf die Abwicklung des Mantels 1 einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Stents mit Stützabschnitten 2, die von in Längsrichtung des Stents mäanderförmig verlaufenden Stegelementen 3 gebildet sind. Diese Stegelemente 3 sind in Umfangsrichtung des Stents über erste Verbindungsstege 4 miteinander verbunden.

Der Stent weist Stützabschnittgruppen 1.1 mit einem ersten Stützabschnitt 2.1 und einem hierzu in Umfangsrichtung benachbarten zweiten Stützabschnitt 2.2 auf, wobei an den ersten Stegelementen 3.1 der ersten Stützabschnitte 2.1 die ersten Angriffspunkte 4.1 und an den zweiten Stegelementen 3.2 der zweiten Stützabschnitte 2.2 die zweiten Angriffspunkte 4.2 der Verbindungsstege 4 angreifen. Die Verbindungsstege 4 greifen dabei jeweils an einem Wendepunkt 5 des Stegelements 3 an.

Die Verbindungsstege 4 verlaufen geradlinig in Längsrichtung des Stents, so dass die ersten und zweiten Angriffspunkte 4.1 und 4.2 der Verbindungsstege 4 in Längsrichtung des Stents zueinander beabstandet sind. Bei der Expansion des Stents in seinen ausgeweiteten zweiten Zustand ändert sich die Ausrichtung der Verbindungsstege 4 bezüglich der Umfangsrichtung des Stents. Die Neigung der Verbindungsstege 4 bezüglich der Umfangsrichtung des Stents verringert sich. Hiermit verringert sich auch der Abstand der ersten Angriffspunkte 4.1 und der zweiten Angriffspunkte 4.2 bezüglich der Längsrichtung des Stents, so dass das

zweite Stegelement 3.2, d. h. der zweite Stützabschnitte 2.2, bezüglich des ersten Stegelements 3.1, d. h. bezüglich des ersten Stützabschnitts 2.1, in der ersten Längsrichtung 6.1 verschoben wird.

Diese Verschiebung zwischen dem ersten und zweiten Stützabschnitt 2.1 und 2.2 ist so groß, dass sie die Verkürzung der Stegelemente 3.1 und 3.2 bei der Expansion des Stents dahingehend kompensiert, dass der Abstand in Längsrichtung des Stents zwischen dem Endbereich des ersten Stegelements 3.1 in der ersten Längsrichtung 6.1 und dem Endbereich des zweiten Stegelements 3.2 in der entgegengesetzten zweiten Längsrichtung 6.2 im expandierten zweiten Zustand dem Abstand dieser Bereiche im nicht expandierten ersten Zustand entspricht.

Um eine Verdrillung bzw. Verzerrung des Stents bei der Expansion zu verhindern, grenzt an der anderen Seite des ersten Stegelements 3.1 ein weiteres zweites Stegelement 3.3 an. Dieses ist über Verbindungsstege 4 mit dem ersten Stegelement 3.1 verbunden, wobei an dem ersten Stegelement 3.1 die ersten Angriffspunkte 4.3 und an dem zweiten Stegelement 3.3 die zweiten Angriffspunkte 4.4 angreifen. Die Verbindungsstege 4 sind dabei so angeordnet, dass die ersten Angriffspunkte 4.1 und 4.3 jeweils in der ersten Richtung 6.1 zu den zugehörigen zweiten Angriffspunkten 4.2 und 4.4 beabstandet sind. Die Verbindungsstege 4 weisen dieselbe Länge auf, so dass hierdurch erreicht wird, dass sich die zweiten Stegelemente 3.2 und 3.3 in Längsrichtung des Stents bei der Expansion nicht zueinander verlagern, da sich der Abstand zwischen den ersten Angriffspunkten 4.1, 4.3 und den zweiten Angriffspunkten 4.2 bzw. 4.4 der Verbindungsstege in derselben Weise ändert.

Die Stegelemente 3 und die Verbindungsstege 4 sind im gezeigten Beispiel so angeordnet, dass sich in Umfangsrichtung jeweils ein erstes und ein zweites Stegelement abwechseln. Hierdurch wird eine verzerrungsfreie Verkürzungskompensation erzielt. Es versteht sich jedoch, dass der anderen Varianten des erfindungsgemäßen Stents auch andere Konfigurationen vorgesehen sein können. So

können beispielsweise statt eines ersten Stützabschnitts aus einem einzigen Stegelement Stützabschnitte aus mehreren in Umfangsrichtung aneinander anschließenden, nicht in der beschriebenen Weise verbundenen oder ausgestalteten Stegelementen vorgesehen sein. Der erste Stützabschnitt kann aber dann wiederum in der beschriebenen Weise über entsprechende Verbindungsstege mit zu beiden Seiten angrenzenden, gegebenenfalls entsprechend gestalteten zweiten Stützabschnitten verbunden sein, so dass insgesamt wieder eine entsprechende verzerrungsfreie Verkürzungskompensation erzielt wird.

Die Stegelemente 3 verlaufen in Längsrichtung des Stents periodisch, wobei je zwei in Längsrichtung des Stents benachbarte, zwischen den Wendepunkten 5 verlaufende Stegelementabschnitte 3.4 und 3.5 die Schenkel eines V bilden. Die Stegelementabschnitte 3.4 und 3.5 schließen dabei einen Winkel von  $90^\circ$  ein. Durch die gewählte Konfiguration wird eine besonders einfache Herstellbarkeit des Stents erzielt. Zudem ergibt sich hiermit eine besonders gute Flexibilität des Stents bezüglich seiner Längsachse.

Die Länge der Verbindungsstege 4 ist so gewählt, dass die benachbarten Stegelemente 3.1, 3.2 und 3.3 im expandierten Zustand des Stents bezüglich der Längsrichtung des Stents miteinander in Phase verlaufen. Hierzu ist die Länge der Verbindungsstege 4 so gewählt, dass die ersten und zweiten Stegelemente 3.1 und 3.2 bzw. 3.3 im dargestellten ersten Zustand des Stents um etwa ein Zehntel ihrer Periode zueinander in Längsrichtung verschoben angeordnet sind.

Die Stegelemente 3 sind zudem zur Erhöhung der Flexibilität des Stents ausgebildet, indem sich ihre Krümmungsrichtung im Mittenbereich zwischen zwei Wendepunkten 5 ändert. Diese leicht S-förmige Gestalt bewirkt eine geringere Steifigkeit der Stegelemente gegenüber in Längsrichtung des Stents wirkenden Kräften und damit eine erhöhte Flexibilität des Stents.

Figur 2 zeigt eine schematische Draufsicht auf die Abwicklung des Mantels 1' einer

bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Stents mit Stützabschnitten 2', die von in Längsrichtung des Stents mäanderförmig verlaufenden Stegelementen 3' gebildet sind. Diese Stegelemente 3' sind in Umfangsrichtung des Stents über erste Verbindungsstege 4' miteinander verbunden.

Diese Variante unterscheidet sich in ihren grundsätzlichen Aufbau und ihre grundsätzlichen Funktion nicht von der Variante aus Figur 1, so dass lediglich auf die Unterschiede eingegangen werden soll. Der Unterschied besteht darin, dass die Verbindungsstege 4' derart angeordnet sind, dass benachbarte Stegelemente 3' beim Expandieren des Stents paarweise jeweils in dieselbe erste Längsrichtung 6.1' verschoben werden, während die in Umfangsrichtung anschließenden nächsten beiden Stegelemente 3' beide jeweils in die entgegengesetzte zweite Längsrichtung 6.2 verschoben werden. Es sind dabei so viel Paare von Stegelementen 3' vorgesehen, dass sich insgesamt über den Umfang des Stents eine verdrillungsfreie Längenkompensation ergibt.

Es versteht sich, dass bei anderen Varianten auch eine andere Anzahl aneinander angrenzender jeweils in dieselbe Längsrichtung verschobener Stegelemente vorgesehen sein kann.

### Patentansprüche

1. Stent, insbesondere Koronarstent, zum Expandieren von einem ersten Zustand in einen aufgeweiteten zweiten Zustand, in dem er ein Gefäß aufgeweitet hält, mit einem rohrförmigen Körper, dessen Mantel (1; 1') von einer Anzahl in Längsrichtung des Stents verlaufender Stützabschnitte (2; 2') aus Stegelementen (3, 3.1, 3.2, 3.3; 3') gebildet ist, die über Verbindungsstege (4, 4') verbunden sind, wobei eine Anzahl von Stützabschnittgruppen (1.1) mit wenigstens einem ersten Stützabschnitt (2.1) und einem in Umfangsrichtung des Stents benachbarten zweiten Stützabschnitt (2.2, 2.3) vorgesehen ist, deren Stegelemente (3, 3.1, 3.2, 3.3; 3') mäanderförmig in Längsrichtung des Stents verlaufen, und wobei die ersten Angriffspunkte (4.1, 4.3) erster Verbindungsstege (4) an dem ersten Stützabschnitt (2.1) und die zweiten Angriffspunkte (4.2, 4.4) der ersten Verbindungsstege (4; 4') an dem zweiten Stützabschnitt (2.2, 2.3) angreifen, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und zweiten Angriffspunkte (4.1, 4.3, 4.2, 4.4) der ersten Verbindungsstege (4; 4') in Längsrichtung des Stents zueinander beabstandet sind und die ersten Verbindungsstege (4; 4') derart ausgebildet und angeordnet sind, dass sich der Abstand zwischen dem ersten und zweiten Angriffspunkt (4.1, 4.3, 4.2, 4.4) der ersten Verbindungsstege (4; 4') in Längsrichtung des Stents beim Expandieren des Stents zur Kompensation der Verkürzung der Stützabschnitte (2, 2.1, 2.2, 2.3; 2') ändert.
2. Stent nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens die Stegelemente (3.1) eines ersten Stützabschnitts (2.1) sowie der beiden in Umfangsrichtung zu beiden Seiten des ersten Stützabschnitts (2.1) angeordneten zweiten Stützabschnitte (2.2, 2.3) mäanderförmig in Längsrichtung des Stents verlaufen und die ersten Angriffspunkte (4.1, 4.3) erster Verbindungsstege (4) an dem ersten Stützabschnitt (2.1) und die zweiten Angriffspunkte (4.2, 4.4) der ersten Verbindungsstege (4) an einem der

zweiten Stützabschnitte (2.2, 2.3) angreifen, wobei die ersten und zweiten Angriffspunkte (4.1, 4.3, 4.2, 4.4) der ersten Verbindungsstege (4) in einer ersten Längsrichtung (6.1) des Stents zueinander beabstandet sind und die ersten Verbindungsstege (4) derart ausgebildet und angeordnet sind, dass sich der Abstand zwischen dem ersten und zweiten Angriffspunkt (4.1, 4.3, 4.2, 4.4) der ersten Verbindungsstege (4) in Längsrichtung des Stents beim Expandieren des Stents in der gleichen Weise ändert.

3. Stent nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Angriffspunkte (4.1, 4.3) und/oder die zweiten Angriffspunkte (4.2, 4.4) der ersten Verbindungsstege (4) im Bereich eines Wendepunkts (5), insbesondere am Wendepunkt (5), des betreffenden Stegelementes (3, 3.1, 3.2, 3.3; 3') angeordnet sind.
4. Stent nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Verbindungsstege (4; 4') im wesentlichen geradlinig ausgebildet sind.
5. Stent nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungslinie zwischen dem ersten und zweiten Angriffspunkt (4.1, 4.3, 4.2, 4.4) der ersten Verbindungsstege (4) im wesentlichen in Längsrichtung des Stents verläuft.
6. Stent nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Stützabschnitt (2, 2.1, 2.2, 2.3; 2') von einem in Längsrichtung des Stents mäanderförmig verlaufenden Stegelement (3, 3.1, 3.2, 3.3; 3') gebildet ist, wobei je zwei in Längsrichtung des Stents benachbarte, zwischen den Wendepunkten (5) verlaufende Stegelementabschnitte (3.4, 3.5) die Schenkel eines V bilden.
7. Stent nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Stegelement-

abschnitte (3.4, 3.5) einen Winkel zwischen  $80^{\circ}$  und  $100^{\circ}$ , vorzugsweise  $90^{\circ}$ , einschließen.

8. Stent nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stegelemente (3.1, 3.2, 3.3; 3') der ersten und zweiten Stützabschnitte (2.1, 2.2, 2.3) im wesentlichen den selben periodischen Verlauf aufweisen und die Länge der ersten Verbindungsstege (4) derart gewählt ist, dass die benachbarten Stegelemente (3.1, 3.2, 3.3) im ersten Zustand des Stents um bis zu einer Viertelperiode zueinander in Längsrichtung des Stents versetzt sind.
9. Stent nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stegelemente (3.1, 3.2, 3.3) der ersten und zweiten Stützabschnitte (2.1, 2.2, 2.3) im wesentlichen den selben periodischen Verlauf aufweisen und die Länge der ersten Verbindungsstege (4) derart gewählt ist, dass die benachbarten Stegelemente (3.1, 3.2, 3.3) im zweiten Zustand des Stents bezüglich der Längsrichtung des Stents zueinander im wesentlichen in Phase verlaufen.
10. Stent nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stegelemente (3, 3.1, 3.2, 3.3; 3') zur Erhöhung der Flexibilität des Stents ausgebildet sind.
11. Stent nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Stützabschnitt (2, 2.1, 2.2, 2.3; 2') von einem Stegelement (3, 3.1, 3.2, 3.3; 3') gebildet ist, dessen Krümmungsrichtung sich im Mittenbereich zwischen zwei Wendepunkten (5) ändert.
12. Katheter zur Stentimplantation mit einem Stent nach einem der vorhergehenden Ansprüche.



### Zusammenfassung

Stent, insbesondere Koronarstent, zum Expandieren von einem ersten Zustand in einen aufgeweiteten zweiten Zustand, in dem er ein Gefäß aufgeweitet hält, mit einem rohrförmigen Körper, dessen Mantel (1) von einer Anzahl in Längsrichtung des Stents verlaufender Stützabschnitte (2) aus Stegelementen (3) gebildet ist, die über Verbindungsstege (4) verbunden sind, wobei eine Anzahl von Stützabschnittgruppen (1.1) mit wenigstens einem ersten Stützabschnitt (2.1) und einem in Umfangsrichtung des Stents benachbarten zweiten Stützabschnitt (2.2, 2.3) vorgesehen ist, deren Stegelemente (3.1, 3.2, 3.3) mäanderförmig in Längsrichtung des Stents verlaufen, und wobei die ersten Angriffspunkte (4.1, 4.2) erster Verbindungsstege (4) an dem ersten Stützabschnitt (2.1) und die zweiten Angriffspunkte (4.2, 4.4) der ersten Verbindungsstege (4) an dem zweiten Stützabschnitt (2.2, 2.3) angreifen, wobei die ersten und zweiten Angriffspunkte (4.1, 4.3, 4.2, 4.4) der ersten Verbindungsstege (4) in Längsrichtung des Stents zueinander beabstandet sind und die ersten Verbindungsstege (4) derart ausgebildet und angeordnet sind, dass sich der Abstand zwischen dem ersten und zweiten Angriffspunkt (4.1, 4.3, 4.2, 4.4) der ersten Verbindungsstege (4) in Längsrichtung des Stents beim Expandieren des Stents zur Kompensation der Verkürzung der Stützabschnitte ändert.

1/2

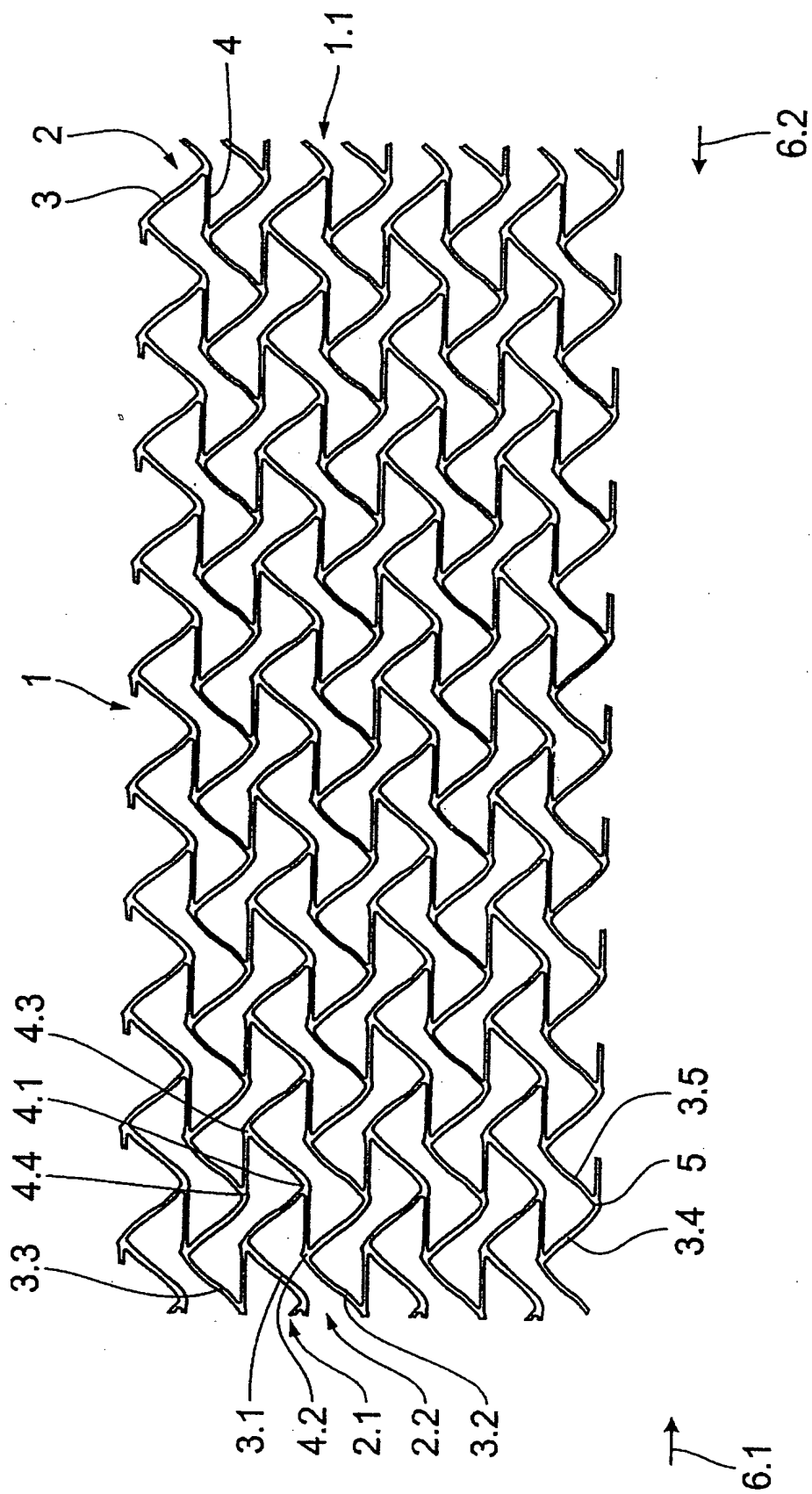


Fig. 1



2/2

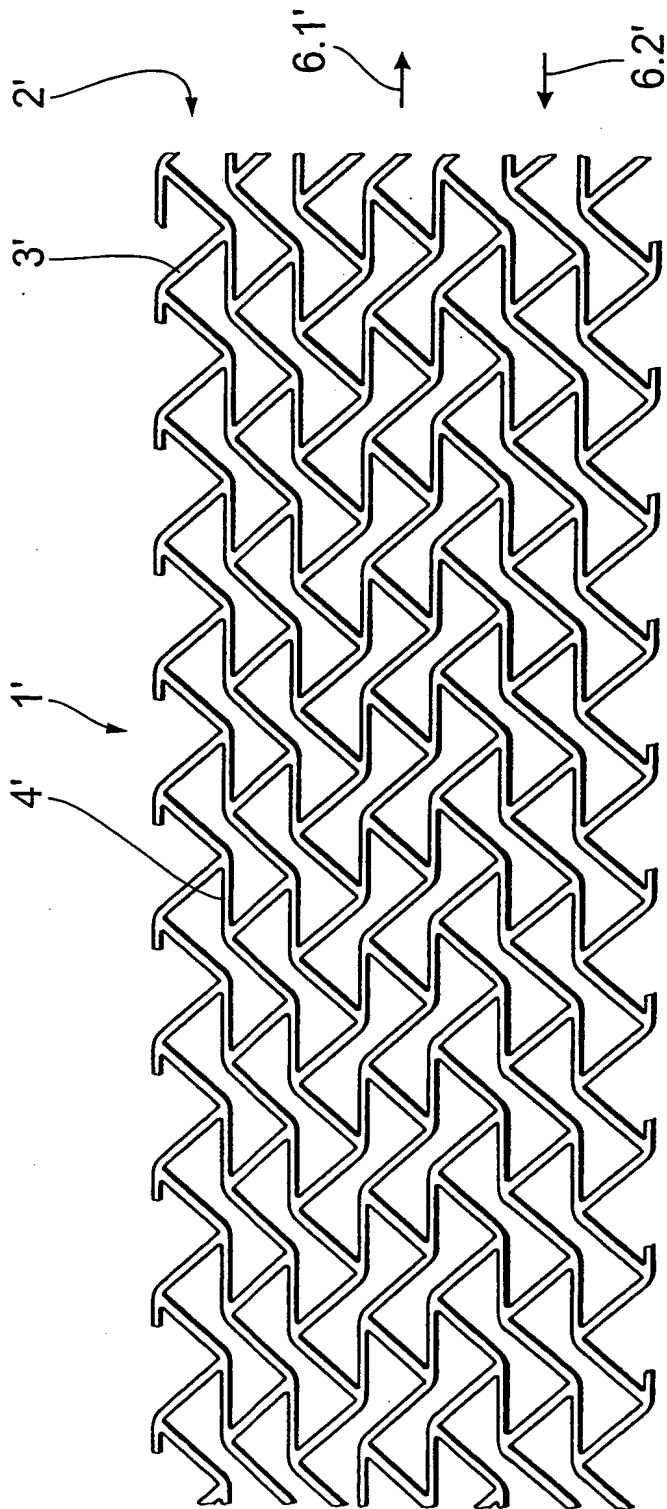


Fig. 2